

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI
(c) 2003 Thomson Derwent. All rts. reserv.

014644272 **Image available**
WPI Acc No: 2002-464976/200250
XRPX Acc No: N02-366510

Information processing apparatus e.g. computer inputs information about match between position/attitude of measuring object and preset values, based on which output values of position/attitude sensor, are acquired
Patent Assignee: MIXED REALITY SYSTEMS LAB INC (MIXE-N); SYSTEM KENKYUSHO KK (SYST-N); ANABUKI M (ANAB-I); OHSHIMA T (OHSH-I); SATOH K (SATO-I); TAKEMOTO K (TAKE-I); UCHIYAMA S (UCHI-I)

Inventor: ANABUKI M; OHSHIMA T; SATOH K; TAKEMOTO K; UCHIYAMA S
Number of Countries: 028 Number of Patents: 003

Patent Family:

| Patent No | Kind | Date | Applicat No | Kind | Date | Week |
|-----------------------|------|----------|---------------|------|----------|----------|
| EP 1213686 | A2 | 20020612 | EP 2001108077 | A | 20010329 | 200250 B |
| <u>US 20020095265</u> | A1 | 20020718 | US 2001818600 | A | 20010328 | 200254 |
| JP 2002229730 | A | 20020816 | JP 200150990 | A | 20010226 | 200269 |

Priority Applications (No Type Date): JP 200150990 A 20010226; JP 2000364231 A 20001130

Patent Details:

| Patent No | Kind | Lan | Pg | Main IPC | Filing Notes |
|---|------|-----|----|--------------|--------------|
| EP 1213686 | A2 | E | 40 | G06T-015/10 | |
| Designated States (Regional): AL AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LT LU LV MC MK NL PT RO SE SI TR | | | | | |
| US 20020095265 | A1 | | | G01C-017/38 | |
| JP 2002229730 | A | | 23 | G06F-003/033 | |

Abstract (Basic): EP 1213686 A2

NOVELTY - An input unit inputs information about a match between the position/attitude of a measuring object and preset values. An acquisition unit acquires output values from a position/attitude sensor, according to the input information. An operation unit derives calibration information based on the output values of the sensor.

DETAILED DESCRIPTION - INDEPENDENT CLAIMS are included for the following:

- (1) Mixed reality presentation apparatus;
- (2) Information processing method;
- (3) Mixed reality presentation method;
- (4) Computer-readable storage medium storing mixed reality presentation program; and
- (5) Computer-readable storage medium storing information processing program.

USE - Information processing apparatus such as computer connected to printer, copier, facsimile, game machine etc., for mixed reality presentation systems.

ADVANTAGE - Enables aligning virtual space and real space effectively.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows a side view of the game device.

pp; 40 DwgNo 1/20

Title Terms: INFORMATION; PROCESS; APPARATUS; COMPUTER; INPUT; INFORMATION; MATCH; POSITION; ATTITUDE; MEASURE; OBJECT; PRESET; VALUE; BASED; OUTPUT; VALUE; POSITION; ATTITUDE; SENSE; ACQUIRE

Derwent Class: P36; T01; T04; W04

International Patent Class (Main): G01C-017/38; G06F-003/033; G06T-015/10

International Patent Class (Additional): A63B-067/04; A63F-013/00;

G01B-007/00; G01B-007/30; G01B-011/00; G01P-021/00; G06F-003/00;
G06F-019/00; G06T-007/60; G06T-017/40
File Segment: EPI; EngPI
Manual Codes (EPI/S-X): T01-J04C; T01-J10C4A; T01-J10C7; T01-S03; T04-D02B;
T04-D07D

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-229730
(P2002-229730A)

(43) 公開日 平成14年8月16日 (2002.8.16)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テマコード* (参考) |
|------------------------------------|-------|---------------|-------------------|
| G 0 6 F 3/033 | | G 0 6 F 3/033 | A 2 C 0 0 1 |
| A 6 3 B 67/04 | | A 6 3 B 67/04 | Z 2 F 0 6 3 |
| A 6 3 F 13/00 | | A 6 3 F 13/00 | Q 2 F 0 6 5 |
| G 0 1 B 7/00 | | G 0 1 B 7/00 | N 5 B 0 5 0 |
| 7/30 | 1 0 1 | 7/30 | 1 0 1 A 5 B 0 8 7 |
| 審査請求 有 請求項の数24 O L (全 23 頁) 最終頁に続く | | | |

(21) 出願番号 特願2001-50990 (P2001-50990)
(22) 出願日 平成13年2月26日 (2001.2.26)
(31) 優先権主張番号 特願2000-364231 (P2000-364231)
(32) 優先日 平成12年11月30日 (2000.11.30)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 397024225
株式会社エム・アール・システム研究所
東京都目黒区中根二丁目2番1号
(72) 発明者 佐藤 清秀
横浜市西区花咲町6丁目145番地 横浜花
咲ビル 株式会社エム・アール・システム
研究所内
(72) 発明者 武本 和樹
横浜市西区花咲町6丁目145番地 横浜花
咲ビル 株式会社エム・アール・システム
研究所内
(74) 代理人 100076428
弁理士 大塚 康徳

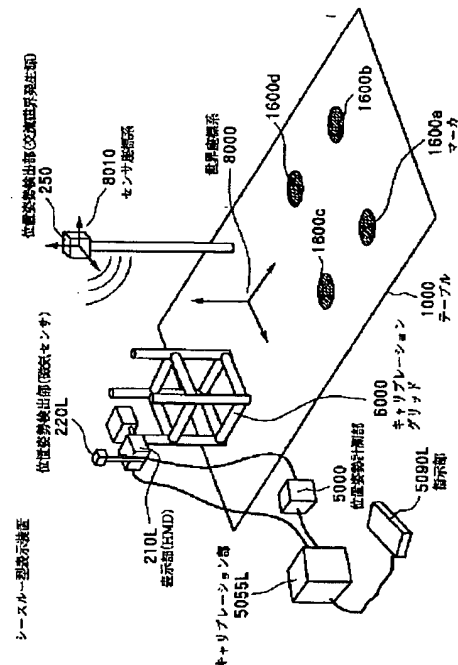
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 情報処理装置、複合現実感提示装置及びその方法並びに記憶媒体

(57) 【要約】

【課題】 センサ座標系におけるセンサの位置姿勢を世界座標系における計測対象の位置姿勢に変換するための情報を取得すること。

【解決手段】 キャリブレーションは、HMD 210 L を装着したプレーヤの視点1901の位置姿勢 M_{vw} をある予め定めた位置姿勢 M^0_{vw} に移動させて、その時点での位置姿勢計測部5000の出力 M^0_{st} を取得することで行われる。プレーヤあるいは不図示の操作者は、指示部5090 Lを用いて、視点1901が位置姿勢 M^0_{vw} に位置していることを入力する。キャリブレーション部5055 Lは、指示部5090 Lへの入力に従って、その時点（すなわち、視点1901が位置姿勢 M^0_{vw} に位置している時点）における位置姿勢計測部5000の出力 M^0_{st} を入力し、位置姿勢 M^0_{vw} と位置姿勢 M^0_{st} に基づいてキャリブレーションデータ M_{vs} 及び M_{tw} のうちの未知の値を算出し、キャリブレーションデータ記憶部5080 Lに出力する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 計測対象の位置及び／または姿勢の計測を位置及び／または姿勢センサの出力値に基づいて行うときに必要な補正情報の導出を行う情報処理装置であって、

前記計測対象の位置及び／または姿勢が予め定められた位置及び／または姿勢に一致していることを入力する入力手段と、

前記入力手段の入力に応じて前記位置及び／または姿勢センサの出力値を取得する取得手段と、

前記予め定められた位置及び／または姿勢と、前記取得手段が取得した前記位置及び／または姿勢センサの出力値に基づいて、前記補正情報を導出する演算手段とを備えることを特徴とする情報処理装置。

【請求項2】 前記位置及び／または姿勢センサは前記計測対象に直接又は間接的に装着されており、前記センサの出力値は、センサ座標系における前記センサ自身の位置及び／または姿勢を表す情報であって、前記補正情報は、センサ座標系における前記センサ自身の位置及び／または姿勢をセンサ座標系における前記計測対象の位置及び／または姿勢に変換する第1の座標変換情報と、センサ座標系の位置及び／または姿勢を世界座標系の位置及び／または姿勢へ変換する第2の座標変換情報を含むことを特徴とする請求項1に記載の情報処理装置。

【請求項3】 更に前記計測対象を前記予め定められた位置及び／または姿勢に誘導する誘導手段を備えることを特徴とする請求項1又は2に記載の情報処理装置。

【請求項4】 前記位置及び／または姿勢の計測は位置及び姿勢の計測であり、前記センサは位置及び姿勢センサであって、前記演算手段は、前記第1の座標変換情報のうちの姿勢に関する情報と、前記第2の座標変換情報のうちの位置に関する情報を求める処理を行うことを特徴とする請求項2に記載の情報処理装置。

【請求項5】 前記位置及び／または姿勢の計測は姿勢のみの計測であり、前記センサは姿勢センサであって、前記未知である情報は、前記第1の座標変換情報のうちのピッチ角及びロール角に関する情報と、前記第2の座標変換情報のうちのヨー角に関する情報であることを特徴とする請求項2に記載の情報処理装置。

【請求項6】 前記位置及び／または姿勢の計測は姿勢のみの計測であり、前記センサは姿勢センサであって、前記未知である情報は、前記第2の座標変換情報のうちのヨー角に関する情報であることを特徴とする請求項2に記載の情報処理装置。

【請求項7】 前記計測手段は、磁界センサであることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の情報処理装置。

【請求項8】 前記計測対象は、表示画面に現実空間を

光学的に透過させつつ当該表示画面に仮想空間を重畳表示する表示装置を観察するユーザの視点であることを特徴とする請求項1乃至7のいずれか1項に記載の情報処理装置。

【請求項9】 前記計測対象は、現実空間を撮像する撮像手段の視点であることを特徴とする請求項1乃至7のいずれか1項に記載の情報処理装置。

【請求項10】 前記誘導手段は、物体の幾何情報を格納する幾何情報格納手段と、前記視点の前記予め定められた位置姿勢と、前記幾何情報格納手段に格納された前記物体の幾何情報に基づいて、前記ユーザが前記予め定められた位置姿勢において前記表示画面を観察した場合に前記表示画面上で観測されるであろう前記物体の2次元的な見え方を算出し、その像を映像として生成する映像生成手段と、前記映像生成手段が生成した前記映像を前記表示画面に提示する映像提示手段とを備え、前記表示画面を透過して観測される現実空間の像と、前記表示画面に表示される前記物体の像が、前記表示画面上において幾何的に整合するように前記ユーザの視点を移動させることで、前記予め定められた位置姿勢に前記ユーザの視点を移動させしめることを特徴とする、請求項8に記載の情報処理装置。

【請求項11】 前記誘導手段は、物体の幾何情報を格納する幾何情報格納手段と、前記視点の前記予め定められた位置姿勢と、前記幾何情報格納手段に格納された前記物体の幾何情報に基づいて、前記撮像手段が前記予め定められた位置姿勢で現実空間を撮像した場合に撮像される映像上において観測されるであろう前記物体の2次元的な見え方を算出し、その像を、前記撮像手段によって撮像された現実空間の映像に重畳した重畳映像を生成する映像生成手段と、前記映像生成手段が生成した前記重畳映像を操作者に提示する映像提示手段とを備え、前記提示手段が提示する前記重畳映像上において、前記現実空間の映像とそこに重畳される前記物体の像が幾何的に整合するように、前記操作者が前記撮像手段を移動させることで、前記予め定められた位置姿勢に前記撮像手段の視点を移動させしめることを特徴とする、請求項9に記載の情報処理装置。

【請求項12】 前記誘導手段は、現実空間を撮像する撮像手段であって、前記計測対象と該撮像手段の視点との相対的な位置姿勢関係が既知である撮像手段と、物体の幾何情報を格納する幾何情報格納手段と、前記計測対象の前記予め定められた位置姿勢と前記相対的な位置姿勢関係から決定される前記撮像手段の視点の位置姿勢と、前記幾何情報格納手段に格納された前記物体の幾何情報に基づいて、前記撮像手段が前記視点位置姿勢で現実空間を撮像した場合に撮像される映像上にお

いて観測されるであろう前記物体の2次元的な見え方を算出し、その像を、前記撮像手段によって撮像された現実空間の映像に重畳した重畳映像を生成する映像生成手段と、

前記映像生成手段が生成した前記重畳映像を操作者に提示する映像提示手段とを備え、

前記提示手段が提示する前記重畳映像上において、前記現実空間の映像とそこに重畳される前記物体の像が幾何的に整合するように、前記操作者が前記撮像手段を移動させることで、前記予め定められた位置姿勢に前記計測対象を移動させしめることを特徴とする、請求項1乃至8のいずれか1項に記載の情報処理装置。

【請求項13】 前記物体は現実空間内に配置されるマーカを含み、前記幾何情報は当該マーカの位置情報を含むことを特徴とする請求項10乃至12のいずれか1項に記載の情報処理装置。

【請求項14】 前記物体は現実空間内で面積または体積を持つ物体であり、前記幾何情報は当該物体の形状情報を含むことを特徴とする請求項10乃至12のいずれか1項に記載の情報処理装置。

【請求項15】 前記映像生成手段は、前記物体の像として、当該物体のワイヤーフレームを描画する事を特徴とする、請求項14に記載の情報処理装置。

【請求項16】 前記物体は現実空間に重畳表示するための仮想物体を含むことを特徴とする、請求項10乃至12のいずれか1項に記載の情報処理装置。

【請求項17】 位置及び／または姿勢センサの出力値に基づいて、現実空間を撮像した映像に仮想空間を重畳描画して表示画面に表示する、あるいは、表示画面に現実空間を光学的に透過させつつ当該表示画面に仮想空間を重畳表示する複合現実感提示装置であって、請求項10乃至16のいずれか1項に記載の情報処理装置と、

複合現実感の提示を行う提示モードと補正情報の導出を行う導出モードを切替える切替え手段とを備え、

前記導出モードにおいて前記複合現実感提示に必要な補正情報の導出を行い、前記提示モードにおいて該補正情報を用いて複合現実感の提示を行うことを特徴とする複合現実感提示装置。

【請求項18】 前記導出モードでは、前記提示モードにおける重畳内容に対して、重畳内容の一部あるいは全てをマーカ位置や物体のワイヤーフレーム等に切替える、またはこれらを追加することを特徴とする請求項17に記載の複合現実感提示装置。

【請求項19】 前記導出モードに用いる物体の幾何情報の一部あるいは全てを、前記提示モードと共用することを特徴とする請求項17乃至18のいずれか1項に記載の複合現実感提示装置。

【請求項20】 前記導出モードと前記提示モードにおいて、表示手段を共用することを特徴とする請求項17

乃至19のいずれか一項に記載の複合現実感提示装置。

【請求項21】 計測対象の位置及び／または姿勢の計測を、前記計測対象の位置及び／又は姿勢を検出する位置及び／または姿勢センサの出力値に基づいて行うときに必要な補正情報の導出を行う情報処理方法であって、前記計測対象の位置及び／または姿勢が予め定められた位置及び／または姿勢に一致していることを入力する入力工程と、

前記入力工程での入力に応じて前記位置及び／または姿勢センサの出力値を取得する取得工程と、

前記予め定められた位置及び／または姿勢と、前記取得工程で取得した前記位置及び／または姿勢センサの出力値に基づいて、前記補正情報を導出する演算工程とを備えることを特徴とする情報処理方法。

【請求項22】 位置及び／または姿勢センサの出力値に基づいて、現実空間を撮像した映像に仮想空間を重畳描画して表示画面に表示する、あるいは、表示画面に現実空間を光学的に透過させつつ当該表示画面に仮想空間を重畳表示する複合現実感提示方法であって、請求項21に記載の情報処理方法と、

複合現実感の提示を行う提示モードと補正情報の導出を行う導出モードを切替える切替え工程とを備え、

前記導出モードにおいて前記複合現実感提示に必要な補正情報の導出を行い、前記提示モードにおいて該補正情報を用いて複合現実感の提示を行うことを特徴とする複合現実感提示方法。

【請求項23】 請求項21に記載の情報処理方法を実行するプログラムコードを格納し、コンピュータが読み取り可能な記憶媒体。

【請求項24】 請求項22に記載の複合現実感提示方法を実行するプログラムコードを格納し、コンピュータが読み取り可能な記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、計測対象の位置及び／または姿勢の計測を位置及び／または姿勢センサの出力値に基づいて行うときに必要な補正情報の導出を行う情報処理装置、位置及び／または姿勢センサの出力値に基づいて、現実空間を撮像した映像に仮想空間を重畳描画して表示画面に表示する、あるいは、表示画面に現実空間を光学的に透過させつつ当該表示画面に仮想空間を重畳表示する複合現実感提示装置、及びその方法並びに記憶媒体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、複合現実感（以下、「MR」(Mixed Reality)と称す)に関する研究が盛んに行われている。MRとは現実空間と仮想空間の繋ぎ目のない結合を目的とし、バーチャルリアリティ（以下、VRと称す)において重要な技術である。

【0003】MRは従来、現実空間と切り離された状況

でのみ体験可能であったVRの世界と現実空間の共存を目的とし、VRを増強する技術として注目されている。

【0004】MRには、ビデオカメラなどの撮影装置で撮影された現実空間の映像に仮想空間（たとえばコンピュータグラフィックス（以下、CGと称す）により描画された仮想物体や文字情報など）の映像を重畳表示するビデオシースルー方式と、表示装置に現実空間を光学的に透過させつつ、その表示画面に仮想空間の映像を重畳表示する光学シースルー方式がある。

【0005】MRの応用としては、患者の体内の様子を透視しているかのように医師に提示する医療補助の用途や、工場において製品の組み立て手順を実物に重ねて表示する作業補助の用途など、今までのVRとは質的に全く異なった新たな分野が期待されている。

【0006】これらの応用に対して共通に要求されるのは、現実空間と仮想空間の間の位置姿勢合わせをいかにして行うかという技術であり、従来から多くの取り組みが行われてきた。

【0007】ビデオシースルー方式のMRにおける位置姿勢合わせの問題は、現実空間に設定した世界座標系（以後、単に世界座標系と呼ぶ）におけるビデオカメラの3次元位置姿勢を正確に求める問題に帰結される。また光学シースルー方式のMRにおける位置姿勢合わせの問題は、同様に世界座標系におけるユーザの視点の3次元位置姿勢を求める問題といえる。

【0008】これらの問題を解決する方法として、磁気センサや超音波センサなどの3次元位置姿勢センサを利用して、世界座標系におけるビデオカメラやユーザの視点の3次元位置姿勢を導出することが一般的に行われている。

【0009】3次元位置姿勢センサが出力する出力値は、例えば磁気センサの場合は、後述の交流磁界発生源の位置を中心として定義される座標系であるところのセンサ座標系におけるセンサ自身の3次元位置姿勢であり、計測対象であるところの世界座標系におけるビデオカメラやユーザの視点の3次元位置姿勢ではない。すなわち、センサ出力値をそのまま世界座標系におけるビデオカメラやユーザの視点の3次元位置姿勢として用いることはできず、何らかの座標変換が必要となる。以下では、センサ出力値と世界座標系におけるビデオカメラやユーザの視点の3次元位置姿勢との間の座標変換を行うためのデータをキャリブレーションデータ（補正情報）と呼ぶこととする。また、キャリブレーションデータを前もって設定、あるいは算出する過程をキャリブレーションと呼ぶこととする。正確なキャリブレーションが行われることで初めて、3次元位置姿勢センサの出力を世界座標系におけるビデオカメラやユーザの視点の3次元位置姿勢に変換することが可能となり、MRにおける正確な位置姿勢合わせが実現される。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしキャリブレーション、すなわち、世界座標系におけるセンサ座標系の位置姿勢（センサの出力を世界座標系におけるセンサの位置姿勢に変換するための情報）の取得・センサから見た計測対象（カメラ、或いは観察者の視点）の位置姿勢（センサの位置姿勢を、計測対象の位置姿勢に変換するための情報）の取得が困難であった。

【0011】本発明は以上の問題に鑑みてなされたものであり、センサ座標系を世界座標系に変換するための情報や、センサの位置姿勢を計測対象の位置姿勢に変換するための情報を取得することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の目的を解決する為に、例えば本発明の情報処理装置は以下の構成を備える。

【0013】すなわち、計測対象の位置及び／または姿勢の計測を位置及び／または姿勢センサの出力値に基づいて行うときに必要な補正情報の導出を行う情報処理装置であって、前記計測対象の位置及び／または姿勢が予め定められた位置及び／または姿勢に一致していることを入力する入力手段と、前記入力手段の入力に応じて前記位置及び／または姿勢センサの出力値を取得する取得手段と、前記予め定められた位置及び／または姿勢と、前記取得手段が取得した前記位置及び／または姿勢センサの出力値に基づいて、前記補正情報を導出する演算手段とを備える。

【0014】本発明の目的を解決する為に、例えば本発明の複合現実感提示装置は以下の構成を備える。

【0015】すなわち、位置及び／または姿勢センサの出力値に基づいて、現実空間を撮像した映像に仮想空間を重畳描画して表示画面に表示する、あるいは、表示画面に現実空間を光学的に透過させつつ当該表示画面に仮想空間を重畳表示する複合現実感提示装置であって、請求項10乃至16のいずれか1項に記載の情報処理装置と、複合現実感の提示を行う提示モードと補正情報の導出を行う導出モードを切替える切替え手段とを備え、前記導出モードにおいて前記複合現実感提示に必要な補正情報の導出を行い、前記提示モードにおいて該補正情報を用いて複合現実感の提示を行う。

【0016】

【発明の実施の形態】以下添付図面を参照して、本発明を好適な実施形態に従って詳細に説明する。

【0017】〔第1の実施形態〕以下、本発明の情報処理装置及びその方法をゲーム装置のキャリブレーションを行う装置及びその方法に適用し、更に例えば、MR技術を利用したエアホッケーゲーム装置に適用する場合の詳細を説明する。

【0018】エアホッケーゲームは相手の存在する対戦型のゲームであり、通常下部から圧縮空気を供給してバックを浮かして、このバックを打ち合い、相手のゴー

ルにバックを入れたら得点が入る。得点の多い方を勝者とするゲームである。本実施形態のMR技術を適用したエアホッケーゲームは、バックを仮想3次元画像として現実環境のテーブルに重畳してプレーヤーに提示して、現実のマレットで打ち合うものである。

【0019】<ゲーム装置の構成>第1図は、本実施形態のシステムのゲーム装置部分を側面から見た図である。MR技術を使ったエアホッケーゲームは、テーブル1000を挟んで、二人の対戦者2000、3000が手にマレット(260L、260R)をもって向かい合う。二人の対戦者2000、3000は頭部にヘッドマウントディスプレイ210L、210R(以下HMDと略す)を装着する。本実施形態のマレット(260L、260R)はその先端に赤外線発光器を有しており、マレットの位置検出には赤外線発光器から発せられた赤外線を用いる。その詳細については後述する。又その他のマレットの位置検出方法としてマレットの形状や色に特徴があるのであれば、それらの特徴を用いたパターン認識により行っても良い。

【0020】本実施形態のHMD210L、210Rは、第3図に示すようにシースルー型である。同図に示すHMDについての詳細な説明は後述する。両対戦者2000、3000はHMD210L、210Rを装着していてもテーブル1000の表面を観察することができる。またHMD210L、210Rには後述の画像処理システムから3次元仮想画像が入力される。従って、対戦者2000、3000は、HMD210L、210Rの光学系(第1図には不図示)を通した現実空間の映像に重ねて、HMD210L、210Rの表示画面に表示された3次元仮想画像を見ることとなる。

【0021】第2図は、左側プレーヤー2000が自身のHMD210Lからみた映像を示す。二人のプレーヤーは仮想映像によるバック1500を打ち合う。バック1500を打つのはプレーヤー2000が手に握っている現実のマレット260Lを用いる。プレーヤー2000は手にマレット260Lを握っている。相手プレーヤー3000の直前には仮想のゴール1200Rが見える。画像処理システム(第2図には不図示)は、ゴール1200Rが相手方近傍に見えるように、3次元CGを生成してHMD210Lに表示する。

【0022】対するプレーヤー3000も、HMD210Rを介してプレーヤー3000の近傍に仮想のゴール(不図示)を見ることとなる。バック1500も不図示の画像処理システムにより生成されて、各々のHMDに表示される。

【0023】<磁気センサつきHMD>第3図は、HMD210の構成を示す。このHMD210はシースルー型のHMDで、例えば特開平7-333551号公報のHMDの本体に、磁気センサ220を支柱221を介して取り付けただものである。図中、211はLCD表示パ

ネルである。LCD表示パネル211からの光(観察者に対して提供される映像)は、光学部材212に入射し、全反射面214にて反射して、凹面ミラー213の全反射面にて反射して、全反射面214を透過して観察者の目に届く。

【0024】磁気センサ220は観察者の視点の位置姿勢を計測する。磁気センサは磁気ノイズに弱いので、支柱221により、ノイズ発生源である表示パネル211から離間した。

【0025】尚、第3図に示したHMD210に磁気センサ220を取り付ける構成は光学的シースルー方式のHMDに限らず、ビデオシースルー方式のHMDであっても、ビデオカメラの視点の位置姿勢を検出する目的で、磁気センサをそのHMDに装着することは可能である。

【0026】第1図において、夫々のHMD210L、210Rはバンド(不図示)によってプレーヤー2000、3000の頭部に固定される。プレーヤーの夫々の頭部には第1、3図に示すように磁気センサ220(220L、220R)、撮像手段としてのCCDカメラ240(240L、240R)が、それぞれ固定されている。カメラ240の視界はプレーヤーの前方に設定されている。エアホッケーゲームの場合には、それぞれテーブル1000の上面を見ることとなるので、カメラ240もテーブル1000の表面を撮像する。交流磁界発生源250は、磁気センサ220を計測範囲に含むような、任意の位置に固定されている。磁気センサ220は、交流磁界発生源250が発する交流磁界の変化をセンシングする。

【0027】図1に不図示の位置姿勢計測部5000は、磁気センサ220がセンシングした交流磁界の変化に応じて、交流磁界発生源250の位置を中心として定義されるセンサ座標系8010における磁気センサ220の位置姿勢を計測する。図1に不図示の位置姿勢変換部5060(5060L、5060R)は、図1に不図示のキャリブレーションデータ記憶部5080(5080L、5080R)が記憶しているキャリブレーションデータ(これは、後に述べるキャリブレーション手法によって獲得される)に基づいて、センサ座標系8010における磁気センサ220の位置姿勢を、世界座標系8000におけるプレーヤーの視点の位置姿勢に変換する。尚、本実施形態では、磁気センサ220、交流磁界発生源250、位置姿勢計測部5000として、Polhemus社製の位置姿勢計測システムFastrakを使用した。また、位置姿勢変換部5060及びキャリブレーションデータ記憶部5080は、例えばSGI社製のコンピュータシステムONYX2により構成されるプレーヤーがテーブル1000の表面を見るために斜め下方を向くと、プレーヤーの視点の位置姿勢の変化は磁気センサ220により検知され、この検知された位置姿勢の変化に基づいてHM

D210を通した視界には、テーブル1000の表面と、前述の仮想のバック1500、現実のマレット260(260L, 260R)、仮想のゴール1200(1200L, 1200R)が見える。このように常にプレーヤの視点の位置姿勢の変化は磁気センサ220により検知され、検知された位置姿勢に基づいた映像及び現実空間をプレーヤは見ることになる。

【0028】尚、本明細書では、ある座標系Aにおける対象Bの位置姿勢を、 4×4 の行列 M_{BA} で記述することとする。これは言い換えれば、座標系Aから対象Bが定義する座標系Bへの座標変換行列であり、座標系Aにおける座標 $P_A = (X_A, Y_A, Z_A, 1)^T$ を座標系Bにおける座標 $P_B = (X_B, Y_B, Z_B, 1)^T$ に変換する変換式、 $P_B = M_{BA} P_A$ を定義するものである。すなわち、世界座標系8000におけるプレーヤの視点1901の位置姿勢 M_{VW} は、世界座標系8000における座標 $P_W = (X_W, Y_W, Z_W, 1)^T$ をプレーヤの視点座標系における座標 $P_V = (X_V, Y_V, Z_V, 1)^T$ に変換するための座標変換行列($P_V = M_{VW} P_W$)と言い換えることもできる。

【0029】又、対象の位置姿勢を示す変換行列Mは、X軸まわりの回転行列 R_X 、Y軸まわりの回転行列 R_Y 、Z軸まわりの回転行列 R_Z と、平行移動行列T(いずれも 4×4)の積により構成されており、 $M = R T = R_Z R_X R_Y T$ の関係が成立している。これらの行列はそれぞれ、

【0030】

【数1】

$$(x, y, z) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & -x \\ 0 & 1 & 0 & -y \\ 0 & 0 & 1 & -z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

【0031】

【数2】

$$R_X(\theta_x) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \theta_x & \sin \theta_x & 0 \\ 0 & -\sin \theta_x & \cos \theta_x & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

【0032】

【数3】

$$R_Y(\theta_y) = \begin{bmatrix} \cos \theta_y & 0 & -\sin \theta_y & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \sin \theta_y & 0 & \cos \theta_y & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

【0033】

【数4】

$$R_Z(\theta_z) = \begin{bmatrix} \cos \theta_z & \sin \theta_z & 0 & 0 \\ -\sin \theta_z & \cos \theta_z & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

で表される。ここで $x, y, z, \theta_x, \theta_y, \theta_z$ は対象の位置姿勢を表わしており、 x, y, z は位置、 θ_x は仰角、 θ_y は方位角、 θ_z は傾きを示している。

【0034】次に、図19を用いて、位置姿勢変換部5060Lにおいて、世界座標系8000におけるプレーヤ2000の視点1901の位置姿勢 M_{VW} を求める方法を説明する。

【0035】同図において、世界座標系8000における交流磁界発生源250の位置姿勢(これはすなわち世界座標系8000におけるセンサ座標系8010の位置姿勢に相当する)を M_{TW} 、センサ座標系8010における磁気センサ220Lの位置姿勢を M_{ST} 、磁気センサ220Lから見たプレーヤ2000の視点1901の相対的な位置姿勢を M_{VS} とする。

【0036】このとき、世界座標系8000におけるプレーヤ2000の視点1901の位置姿勢 M_{VW} は、以下の式で示することができる。

【0037】

$$M_{VW} = M_{VS} \cdot M_{ST} \cdot M_{TW} \quad (\text{式A})$$

これらの位置姿勢のうち、 M_{ST} が位置姿勢変換部5060Lへの入力、 M_{VW} が位置姿勢変換部5060Lからの出力であり、 M_{VS} 及び M_{TW} が、 M_{ST} を M_{VW} に変換するために必要なキャリブレーションデータに相当する。すなわち、位置姿勢変換部5060Lは、位置姿勢計測部5000からの入力 M_{ST} と、後に述べるキャリブレーションデータ記憶部5080Lに記憶されている M_{VS} 及び M_{TW} を用いて、(式A)に基づいて M_{VW} を算出し、これを後に述べる画像生成部5050Lへと出力する。

【0038】<キャリブレーション時の装置の構成>第20図は本実施形態のゲーム装置のキャリブレーションを行う際の装置構成を示している。同図に示したように、キャリブレーションにおいては、ゲーム体験時の装置構成を殆どそのまま使用する。具体的には、交流磁界発生源250、磁気センサ220L、位置姿勢計測部5000、HMD210Lはゲーム体験時と同様の配置で使用され、位置姿勢変換部5060L及び画像生成部5050Lに代わって、キャリブレーション部5055L及び指示部5090が追加された構成となる。

【0039】第4図は、キャリブレーションを行う場合の概要を示している。キャリブレーションは、HMD210Lを装着したプレーヤの視点1901の位置姿勢 M_{VW} をある予め定めた位置姿勢 M^0_{VW} に移動させて(あるいは、プレーヤがHMD210Lを装着した際にプレーヤの視点1901が位置姿勢 M^0_{VW} に位置する

であろう位置姿勢に、不図示の操作者がHMD201Lを移動させて)、その時点での位置姿勢計測部5000の出力 M^0_{ST} を取得することで行われる。プレーヤあるいは不図示の操作者は、指示部5090Lを用いて、視点1901が位置姿勢 M^0_{vw} に位置していることを入力する。キャリブレーション部5055Lは、指示部5090Lへの入力に従って、その時点(すなわち、視点1901が位置姿勢 M^0_{vw} に位置している時点)における位置姿勢計測部5000の出力 M^0_{ST} を入力し、位置姿勢 M^0_{vw} と位置姿勢 M^0_{ST} に基づいてキャリブレーションデータ M_{VS} 及び M_{TW} のうちの未知の値を算出し、キャリブレーションデータ記憶部5080Lに出力する。

【0040】尚、本実施形態では、世界座標系からセンサ座標系への座標変換行列 M_{TW} は何らかの手法(例えば後述する方法)により導出されおり、未知のキャリブレーションデータは M_{VS} のみであると仮定する。キャリブレーションデータ記憶部5080Lは、キャリブレーション部5055Lから入力したキャリブレーションデータ M_{VS} を記憶するとともに、 M_{TW} を既知の値として記憶する。キャリブレーションデータ記憶部5080Lに記憶された変換行列 M_{VS} 及び M_{TW} は、ゲーム体験時において位置姿勢変換部5060Lによって参照される。

【0041】キャリブレーショングリッド6000は、現実空間上の固定位置に配置可能であり、HMD210Lを移動させるための目安となる規定の位置をグリッド上に有している。このグリッドの固定位置とグリッド上の既定の位置は、キャリブレーショングリッド6000を固定位置に配置し、その既定の位置にHMD210Lを移動させた場合に、HMD210Lを装着したプレーヤの視点1901が位置姿勢 M^0_{vw} 付近に位置するように設定されている。キャリブレーショングリッド6000は磁気センサ220Lが交流磁界発生源250の出力する交流磁界を受信する時に影響を受けないように例えば複数のプラスチックパイプを組み上げて出来ているものであり、視点1901が位置姿勢 M^0_{vw} に位置する事を補助する役割を有している。

【0042】テーブル1000上には、世界座標系における位置の既知なマーカ1600(1600a, 1600b, ...)が設置される。これらのマーカは、後述するキャリブレーション部5055Lの処理において、視点1901が位置姿勢 M^0_{vw} に位置する事を補助するために使用される。なお本実施形態ではマーカ1600を4個使っているが、このマーカの数に限定されるものではなく、複数のマーカを使用した状況でも適応可能である。

【0043】次に、キャリブレーション部5055Lの処理の詳細について述べる。第5図は、本実施形態におけるキャリブレーション部5055Lの詳細な構成を示

した図である。尚、キャリブレーション部5055Lは、例えばコンピュータシステムONYX2により構成される。

【0044】第5図に示すように、キャリブレーション部5055Lは、メモリ5045L、仮想マーカ映像生成部5075L、マーカ位置記憶部5035L、キャリブレーションデータ算出部5040Lから構成されている。

【0045】マーカ位置記憶部5035Lは、マーカ1600の世界座標系における位置を記憶しており、仮想マーカ映像生成部5075Lにマーカ位置を出力する。

【0046】メモリ5045Lは、予め定めた視点1901の位置姿勢 M^0_{vw} を記憶する。

【0047】仮想マーカ映像生成部5075Lは、マーカ位置記憶部5035Lに記憶されているマーカ位置と、メモリ5045L内に格納された視点1901の位置姿勢 M^0_{vw} を元に、視点1901が位置姿勢 M^0_{vw} に位置した場合にプレーヤが観測するであろう各マーカの表示面上における位置を計算し、その位置に例えば×印を描画した仮想映像を生成し、表示部210Lに表示させる。

【0048】表示部210Lは、現実空間のマーカ1600を光学的に透過させつつ、仮想マーカ映像生成部5075Lが生成するマーカの仮想映像を表示する。視点位置1901が位置姿勢 M^0_{vw} に位置していれば、プレーヤが観察する現実空間のマーカの像とマーカの仮想映像が一致するはずである。

【0049】指示部5090Lは、前述のように、プレーヤあるいは不図示の操作者の入力により、視点1901が位置姿勢 M^0_{vw} に位置していること検知し、キャリブレーションデータ算出処理の実行の指示をキャリブレーションデータ算出部5040Lへと送信する。プレーヤは、表示部210Lに表示されたマーカの仮想映像と、表示部210Lを光学的に透過して観察される現実空間のマーカの像を、HMD210Lの(すなわち視点1901の)回転と平行移動によって重ね合わせて、十分に重なった時点で、例えば特定のキーを押すといった指示部5090Lへの入力を行う。

【0050】キャリブレーションデータ算出部5040Lは、指示部5090Lより入力される指示に従って、指示が入力された時点(すなわち、視点1901が位置姿勢 M^0_{vw} に位置している時点)における位置姿勢計測部5000の出力 M^0_{ST} を入力し、さらに、メモリ5045L内に格納された位置姿勢 M^0_{vw} と、キャリブレーションデータ記憶部5080Lに格納された位置姿勢 M_{TW} を入力する。

【0051】ここで、キャリブレーションデータ算出部5040Lで処理されるデータの間には、(式A)より、

$$M^0_{VW} = M_{VS} \cdot M^0_{ST} \cdot M_{TW} \quad (\text{式B})$$

の関係が成立する。ここで、(式B)を変形すると、

$$M_{VS} = M^0_{VW} \cdot M_{TW}^{-1} \cdot M^0_{ST}^{-1} \quad (\text{式C})$$

となる。キャリブレーションデータ算出部5040Lは、(式C)に基づいて未知のキャリブレーションデータ M_{VS} を算出し、キャリブレーションデータ記憶部5080Lに出力する。

【0052】第6図は本実施形態のキャリブレーション装置の処理のフローチャートを示したものである。なお、同フローチャートに従ったプログラムコードは本実施形態の装置内の不図示のRAMやROMなどのメモリ内に格納され、不図示のCPUにより読み出され、実行される。

【0053】ステップS1040において、上述の方法で仮想マーカー映像生成部5075Lがマーカーの仮想映像を生成し、表示部210Lに表示させる。ステップS1040で表示部210Lに表示された画像を示しているのが図7Aである。図中のXマークが各マーカーの仮想映像を表している。また、現実空間に設置してあるマーカー1600は、表示部210Lを光学的に透過してプレーヤに観測される。この時の表示部210Lにおいてプレーヤが観測する像を図7Bで示している。

【0054】そして、ステップS1070でマーカーの仮想映像と実物のマーカーの像の位置をHMD210Lの(すなわち視点1901の)平行移動または回転により的確に重ね合わせる。(図7Cの状態)そしてステップS1080において重ね合わせが的確な時点で指示部5090Lを操作する。

【0055】ステップS1090において、上述の方法によりキャリブレーションデータ算出部5040Lが座標変換行列 M_{VS} を計算し、キャリブレーションデータ記憶部5080Lに出力する。

【0056】<世界座標系におけるセンサ座標系の位置姿勢 M_{TW} の導出>世界座標系8000におけるセンサ座標系8010の位置姿勢 M_{TW} を求める方法について以下に説明する。

【0057】キャリブレーショングリッド6000を現実空間上の固定位置に配置し、キャリブレーショングリッド6000上の規定の位置(測定点)に磁気センサ220Lを配置する。この規定の位置は複数あり、本実施形態ではキャリブレーショングリッド6000上の3点において磁気センサ220Lの出力を測定する。磁気センサ220Lにより測定された結果はキャリブレーション部5055Lに入力される。

【0058】キャリブレーション部5055Lでは、磁気センサ220Lにより測定された3点の計測値に基づいて世界座標系8000におけるセンサ座標系8010の位置姿勢 M_{TW} を算出し、第5図のキャリブレーションデータ記憶部5080に格納する。

【0059】キャリブレーション部5055Lにおい

て、位置姿勢 M_{TW} を求める方法の詳細について以下説明する。

【0060】第18図は磁気センサによる磁気センサの位置姿勢の測定方法について説明する概念図である。世界座標系の原点を O_W 、世界座標系のx、y、z軸を夫々 X_W 、 Y_W 、 Z_W 、センサ座標系の原点(の世界座標系における位置)を O_S 、センサ座標系のx、y、z軸(の世界座標系における単位方向ベクトル)を夫々 X_S 、 Y_S 、 Z_S 、上述の3測定点(の世界座標系における位置)を夫々 P_O 、 P_Z 、 P_{ZX} 、上述の3点の計測値(センサ座標系における位置)を夫々 v_O 、 v_Z 、 v_{ZX} とする。その際、上述の3点 P_O 、 P_Z 、 P_{ZX} は以下の条件を満たさなくてはならない。いいかえれば、以下の条件を満たすように、キャリブレーショングリッド6000の固定位置とグリッド上の3点の測定点を定める必要がある。

【0061】 P_O は、その世界座標系における位置が既知でなければならない。

【0062】 P_Z は、ベクトル $(P_Z - P_O)$ が Z_W と平行かつ同一方向でなければならない。

【0063】 P_{ZX} は、 P_O 、 P_Z 、 P_{ZX} の3点を含む平面が世界座標系でのz-x平面と平行になるような点で、かつ、ベクトル $(P_{ZX} - P_O)$ の世界座標系におけるx成分の値が正でなければならない。

【0064】この条件に基づいて、上述のセンサ座標系8010の位置姿勢 M_{TW} を以下の順で求める。

【0065】まず、 $(P_Z - P_O)$ が Z_W と平行かつ同一方向であることから、センサ座標系のz軸方向単位ベクトル Z_S を以下の式により求める。

$$Z_S = (v_Z - v_O) / |v_Z - v_O|$$

次に、 $(P_{ZX} - P_O)$ が世界座標系におけるz-x平面内のベクトルでありかつそのx成分が正であることから、センサ座標系のy軸方向の単位ベクトル Y_S を以下の式により求める。

$$Y_S = (Z_S \times (v_{ZX} - v_O)) / |Z_S \times (v_{ZX} - v_O)|$$

次に、上述の Z_S 、 Y_S から、センサ座標系のx軸方向の単位ベクトル X_S を以下の式により求める。

$$X_S = Y_S \times Z_S$$

以上の計算により求めた X_S 、 Y_S 、 Z_S により世界座標系におけるセンサ座標系の姿勢を決定することができる。 $X_S = (X_X, Y_X, Z_X)$ 、 $Y_S = (X_Y, Y_Y, Z_Y)$ 、 $Z_S = (X_Z, Y_Z, Z_Z)$ とすると、世界座標系におけるセンサ座標系の姿勢 R_{TW} は以下のようになる。

【0069】

【数5】

$$R_{TW} = \begin{bmatrix} X_x & X_y & X_z & 0 \\ Y_x & Y_y & Y_z & 0 \\ Z_x & Z_y & Z_z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

【0070】次に、世界座標系におけるセンサ座標系の位置（すなわち、世界座標系におけるセンサ座標系の原点の位置 O_S ）を求める。以下に示す方法では P_O を用いるが、 P_O 以外にも P_Z 、 P_{ZX} の世界座標が既知であれば、これらの点を用いても良い。

【0071】 $O_S = P_O - R_{TW}^{-1} v_O$

その結果、世界座標系におけるセンサ座標系の位置（を表わす平行移動行列） T_{TW} は、(数1)によって求められる。

【0072】その結果、世界座標系におけるセンサ座標系の位置姿勢 M_{TW} は、以下の式によって導出される。

【0073】 $M_{TW} = R_{TW} T_{TW}$

上記の方法により、複数の計測点で計測される磁気センサ220Lの信号に基づいて、世界座標系におけるセンサ座標系の位置姿勢 M_{TW} を求めることができる。

【0074】尚、世界座標系におけるセンサ座標系の位置姿勢 M_{TW} は、巻尺や分度器等による計測値を手掛りに試行錯誤的に求めても良いし、交流磁界発生源の位置姿勢が計測可能な他のいずれの計測手段を用いて求めても良いことはいうまでもない。

【0075】＜3次元画像の生成提示システム＞第8図は、第1図で示したゲーム装置において上述のキャリブレーションにより求めたキャリブレーションデータを利用している3次元画像の生成提示システムの構成を示した図である。

【0076】この画像生成提示システムは、プレーヤ2000のHMD210L及びプレーヤ3000のHMD210Rの夫々に、3次元の仮想画像（第3図のバック1500、ゴール1200）を出力するものである。プレーヤ2000、3000に対する3次元の仮想画像の生成は、夫々画像生成部5050L、5050Rに拠って行われる。本実施形態では画像生成部5050L、5050Rの夫々に米国SGI社製のコンピュータシステムONYX2を用いた。

【0077】画像生成部5050L（5050R）は、ゲーム状態管理部5030が生成するバック位置情報等と、前述の位置姿勢変換部5060L（5060R）が出力するプレーヤ2000（3000）の視点の位置姿勢を入力として受け、HMD210L（210R）に表示させる画像を生成する。ゲーム状態管理部5030はコンピュータシステムONYX2により構成された。

【0078】テーブル1000の中央上空に固定されたCCDカメラ230（図1にも図示）は、テーブル1000の表面を全て視野に納める。カメラ230によって取得されたマレットの位置情報等を含むマレット情報は

マレット位置計測部5010に入力される。この計測部5010は、同じく、SGI社製の2コンピュータシステムにより構成された。計測部5010は、2名のプレーヤのマレット位置、即ち、手の位置を検出する。手の位置に関する情報はゲーム状態管理部5030に入力される。即ち、ゲーム状態・ゲームの進行は基本的にはマレットの位置によって全てが決定される。

【0079】＜マレット位置計測＞第9図乃至第11図は、マレット位置を計測する制御手順を示すフローチャートである。

【0080】エアーホッケーゲームでは、プレーヤは自身のマレットを他のプレーヤの領域まで進めることはない。そのために、左側プレーヤ2000（右側プレーヤ3000）のマレット260L（260R）を探索する処理は、第11図に示すように、左側フィールドの画像データIL（画像データIR）に処理を集中すればよい。固定位置にあるCCDカメラ230が取得した画像を第12図に示すように2つの分割することは容易である。

【0081】従って、第9図のフローチャートにおいて、プレーヤ#1（プレーヤ2000）のマレット260Lの探索についてはステップS100で、プレーヤ#2（プレーヤ3000）のマレット260Rの探索についてはステップS200で処理が行われる。そこで、便宜上、右側プレーヤのマレットの探索（ステップS200）を例にして説明する。

【0082】先ず、ステップS210で撮影部230において撮像した上述の画像（多値画像）を取得する。ステップS212では、撮像した画像において右半分の画像データIRについてサブルーチン「ローカル領域での探索」を行う。その詳細は第10図に示される。ステップS212で画像座標系でのマレット位置の座標（ x 、 y ）が見つかったと、ステップS214からステップS220に進み、画像座標系でのマレット位置座標（ x 、 y ）を次式に従ってテーブル1000の座標系（第14図を参照）の座標位置（ x' 、 y' ）に変換する。

【0083】

【数6】

$$\begin{bmatrix} hx' \\ hy' \\ h \end{bmatrix} = M_T \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$

【0084】ここで、 M_T は画像座標系とテーブル座標系とをキャリブレーションするための 3×3 の変換行列で、既知である。ステップS220で得られた座標位置（ x' 、 y' ）はゲーム状態管理部5030に送られる。

【0085】ローカル領域でマレットが見つからなかったならば、ステップS216で「グローバル領域での探索」を行う。「グローバル領域での探索」でマレットが見つかったならば、ステップS220でその座標位置を

テーブル座標系に変換する。尚、ローカル又はグローバル領域で探索された座標位置は、次の処理でのローカル領域におけるマレットの探索に用いられる。

【0086】第10図はマレットをローカル領域で探索する処理（ステップS212の詳細）を示す。但し、この処理は便宜上右側フィールドにおける探索処理を示すが、左側フィールドにおけるマレットの探索処理についても実質的に同様である。

【0087】ステップS220で、次式で定義される大きさ $(2A+1) \times (2B+1)$ 画素の矩形領域を抽出する。

$$\begin{aligned} x &= [I'x - A, I'x + A] \\ y &= [I'y - A, I'y + B] \end{aligned}$$

ここで、 $I'x$ 、 $I'y$ は探索領域IR中の任意の座標値であり、A、Bは探索領域の大きさを決める定数であって、かかる探索領域は第13図のようになる。

【0089】ステップS230は、ステップS220で定義された矩形領域中の全ての画素 (x, y) について、特徴の評価値 $IS(x, y)$ が一定の条件を満足する画素を抽出する工程である。この工程ではマレットの赤外線発光器から発せられる赤外線の強度値と類似する画素を抽出する方法を用いるのが好適である。

【0090】即ち、ステップS232では、類似度 IS が所定の閾値以上をしめす画素を見つける。そのような画素を見つけると、カウンタNに発生度数の累積値を記憶する。また、そのような画素のx座標値及びy座標値をレジスタSUMx及びSUMyに累積記憶する。即ち、

$$\begin{aligned} N &= N + 1 \\ \text{SUM}x &= \text{SUM}x + x \\ \text{SUM}y &= \text{SUM}y + y \end{aligned}$$

とする。ステップS230を終了すると、第13図の領域中でマレットからの赤外光のパターンに類似している全ての画素の個数N、及び座標値の累積値SUMx、SUMyが得られる。N=0であればステップS236で結果“Not Found”が出力される。N>0であれば、マレットらしいものが見つかったのであり、ステップS238で、マレットの位置 (Ix, Iy) を、

$$\begin{aligned} Ix &= \text{SUM}x / n \\ Iy &= \text{SUM}y / n \end{aligned}$$

に従って演算する。そして、マレット位置 (Ix, Iy) をテーブル座標系に変換した座標値を渡す。

【0091】第11図は、ステップS216のグローバル領域探索の詳細手順を示す。第11図のステップS240で、右側フィールドの画像IR中の、

$$\{(x, y) \mid x > 0, x < \text{Width}, x = nC, y > 0, y < \text{Height}, y = mD\}$$

(ただしn, mは整数)

を満足する画素の中で、特徴の評価値 IS の最大値をレジスタMaxに記憶する。ここで、C、Dは探索の粗さ

を決める定数であり、WidthおよびHeightの定義は第16図に示す。即ち、ステップS242で、特徴量 IS が閾値記憶レジスタMaxに記憶されている閾値を超えるか否かを判断する。そのような画素が見つかったならば、ステップS244で、その特徴量を新たな閾値とすべく、ステップS244で、 $\text{Max} = IS(x, y)$

$$Ix = x$$

$$Iy = y$$

とする。ステップS246では、グローバル探索で見つかった最もマレットらしい画素 (Ix, Iy) の座標値をステップS220に渡す。

【0092】このようにして、マレットを画像中で見つけ、その座標値をテーブル座標系に変換したものをゲーム状態管理部5030に渡す。

【0093】<ゲーム状態管理>第14図は、本実施形態のエアホッケーゲームのゲームフィールドを示す。このフィールドは、テーブル1000の上の2次元平面上に定義され、x、y軸を有する。また、左右の2つの仮想的ゴールライン1200L、1200Rと、第14図において上下方向に設けられた仮想的壁1300a、1300bとを有する。仮想的ゴールライン1200L、1200Rと仮想的壁1300a、1300bはその座標値は既知であり移動することはない。このフィールドの中で、マレット260R、260Lの移動に応じて、バック1500の仮想画像が移動する。

【0094】バック1500は、現在位置の座標情報 P_p と速度情報 v_p とを有し、左マレット260Lは現在位置の座標情報 P_{SL} と速度情報 v_{SL} とを有し、右マレット260Rは現在位置の座標情報 P_{SR} と速度情報 v_{SR} とを有する。

【0095】第15図は、ゲーム状態管理部5030における処理手順を説明するフローチャートである。ステップS10において、バック1500の初期位置 P_{p0} 及び初期速度 v_{p0} を設定する。

【0096】尚、バック1500は速度 v_p で等速度運動を行う。また、バック1500は、壁又はスティックに当たると完全弾性衝突を行う。即ち速さには変化が無く、速度の方向が反転する。なおスティックとはマレットの位置に重畳表示される仮想映像であり、以下マレットとバック1500の衝突判定はこのスティックとバック1500の衝突判定を行うことで処理を進める。

【0097】ゲーム状態管理部5030は、マレット位置計測部5010が計測した各マレットの位置情報 P_s から速度情報 v_s を得る。

【0098】ステップS12は、ゲームでの勝敗が決定する（ステップS50で一方が3点を先取する）迄の間は、 Δt 時間毎に実行される。

【0099】すると、ステップS12では、バック1500の位置は、

$$P_p = P_{p0} + v_{p0} \cdot \Delta t$$

に更新される。初期位置及び初期速度設定後におけるバック1500の位置は、一般には、

$$P_p = P_p + v_p \cdot \Delta t$$

で表される。ステップS14では、更新されたバック位置 P_p がプレーヤの#1側(左プレーヤ)のフィールドにあるか否かを調べる。バック1500が左プレーヤ側にある場合について説明する。

【0100】ステップS16では、現在のバック位置が左プレーヤのスティック1100Lと干渉する位置にあるか否かを調べる。バック1500がスティック1100Lと干渉する位置にあるとは、左プレーヤ2000がマレット260Lをバックに衝突させるようなマレット操作を行ったことを意味するから、バック1500の運動を反転させるために、ステップS18で、バック1500の速度 v_p のx方向速度成分の符号を反転させて、ステップS20に進む。

【0101】尚、単に速度 v_p のx方向速度成分の符号を反転させる代わりに、

$$P_p = -P_{px} + v_{SLx}$$

として、バックが、スティックの操作速度を重畳されて反対方向に進むようにしても良い。

【0102】一方、現在のバック位置が左プレーヤのスティック1100Lと干渉する位置にない場合(ステップS16でNO)には、そのままステップS20に進む。

【0103】ステップS20では、バックの位置が仮想壁1300a又は1300bと衝突する位置にあるか否かを調べる。ステップS20の判断がYESの場合には、ステップS22でバックの速度のy成分を反転させる。

【0104】次にステップS24で、現在のバック位置が左プレーヤのゴールライン内にあるか否かを調べる。YESの場合には、ステップS26で相手側のプレーヤ、即ち、右(#2)プレーヤの得点を加算する。ステップS50では、いずれかの得点が3点以上先取したかを調べる。3点以上であればゲームを終了する。

【0105】ステップS14での判断で、バックの位置 P_p が右プレーヤ側(#2プレーヤ側)にある場合には、ステップS30以下を実行する。ステップS30～ステップS40は、ステップS16～ステップS26と実質的に動作は同じである。

【0106】かくして、ゲームの進行状態は管理される。ゲームの進行状態はバックの位置、スティックの位置であり、前述したように画像生成部5050(5050L、5050R)に入力される。

【0107】第17図に、位置姿勢変換部5060(5060L、5060R)及び画像生成部5050(5050L、5050R)における処理のフローチャートを示す。なお同図のフローチャートにおける夫々のプレー

ヤに対する処理は同じであるために、夫々のプレーヤに対して共通の処理とする。

【0108】位置姿勢変換部5060Lは、ステップS1701において、位置姿勢計測部5000からセンサ座標系における磁気センサの位置姿勢 M_{ST} を入力する。次にステップS1702において、キャリブレーションデータ記憶部5080に格納されたキャリブレーションデータ M_{WT} 及び M_{SV} を読み込む。そしてステップS1703において、プレーヤの視点1901の位置姿勢 M_{VW} を式(A)により決定する。

【0109】画像生成部5050は、ステップS1704ではゲーム状態管理部5030内の不図示のメモリ内に格納されているスティック、バックの位置及び形状データを読み込み、ステップS1705で、この位置及び形状データを用いてプレーヤの視点1901の位置姿勢 M_{VW} に基づいたスティック、バックの映像を生成し、ステップS1706において夫々のプレーヤのHMD210L、210Rに対して生成した映像を出力する。

【0110】以上の説明により、本実施形態におけるキャリブレーション装置及びその方法によれば、磁気センサの出力値をプレーヤの視点の位置姿勢に変換するためのキャリブレーションデータが未知であっても、これを算出することができる。

【0111】[第2の実施形態]第1の実施形態では、磁気センサから見たプレーヤの視点の相対的な位置姿勢 M_{VS} が未知であった。言い換えれば変換行列 M_{VS} を平行移動成分 T_{VS} と回転成分 R_{VS} とに分けたとき、その両方が未知であった。

【0112】また、第1の実施形態では、世界座標系におけるセンサ座標系の位置姿勢 M_{TW} に関しては、平行移動成分 T_{TW} と回転成分 T_{VS} の両方が既知であった。

【0113】本実施形態では、 M_{VS} の平行移動成分 T_{VS} 及び M_{TW} の回転成分 R_{TW} が何らかの方法により既知である場合に、他の未知なキャリブレーションデータ、すなわち、 M_{VS} の回転成分 R_{VS} 及び M_{TW} の平行移動成分 T_{TW} の算出を行う方法について説明する。なお、本実施形態における装置構成は第1の実施形態と同一であり、唯一、キャリブレーションデータ算出部5040Lの内部における処理が異なっている。

【0114】ここで、 M_{VS} の平行移動成分 T_{VS} (すなわち、磁気センサの位置とユーザの視点位置との位置関係)は、例えば物差しなどで直接計測する。また、 M_{TW} の回転成分 R_{TW} については、例えば、第1の実施形態で説明した R_{TW} を求める方法により算出する。

【0115】なお、これらの値の導出は、第1の実施形態における M_{TW} の導出と同様に試行錯誤的に行っても良いし、他のいずれの計測手段によって行ってもよい。

【0116】これらの既知なパラメータは、第1の実施形態と同様に予めキャリブレーションデータ記憶部50

80に格納されているものとする。(式B)の関係を回転成分と並行移動成分に分離して記述すると、以下の式

$$R_{VW}^0 T_{VW}^0 = R_{VS} T_{VS} \cdot M_{ST}^0 \cdot R_{TW} T_{TW} \quad (\text{式D})$$

(式D)を以下のように変形する。

$$R_{VS}^{-1} R_{VW}^0 T_{VW}^0 T_{TW}^{-1} = T_{VS} M_{ST}^0 R_{TW} \quad (\text{式E})$$

ここで、右辺は全て値の得られている項であるので、この積を計算し行列M'とおき、さらにこの行列M'を、 $M' = R' T'$ (R'は回転成分、T'は平行移動成分)

$$R_{VS}^{-1} R_{VW}^0 T_{VW}^0 T_{TW}^{-1} = R' T' \quad (\text{式F})$$

(式F)において、右辺、左辺でそれぞれ平行移動成分、回転成分は恒等式として存在するので、 R_{VS} は $R_{VS} = R_{VW}^0 R'^{-1}$

と求めることができる。同様に T_{TW} は

$$T_{TW} = T'^{-1} T_{VW}^0$$

と求めることができる。最後に、算出されたキャリブレーションデータ R_{VS} 及び T_{TW} は、キャリブレーションデータ記憶部5080Lに出力される。

【0120】[第3の実施形態]本実施形態では、磁気センサから見たプレーヤの視点の相対的な位置姿勢 M_{VS} が何らかの方法により既知である場合に、他の未知なキャリブレーションデータ、すなわち、世界座標系におけるセンサ座標系の位置姿勢 M_{TW} の算出を行う方法について説明する。

【0121】本実施形態における装置構成は第1の実施形態と同一であり、唯一、キャリブレーションデータ算出部5040Lの内部における処理が異なっている。すなわち、(式B)を変形して

$$M_{TW} = M_{ST}^0^{-1} \cdot M_{VS}^{-1} \cdot M_{VW}^0$$

とすることで、未知のキャリブレーションデータ M_{TW} を算出し、キャリブレーションデータ記憶部5080Lに出力する。

【0122】なお、位置姿勢 M_{VS} の導出は、例えば第1の実施形態の方法によって行っても良いし、定規や分度器等による計測値を手掛りに試行錯誤的に求めてもよいし、他のいずれの計測手段によって行ってもよい。

【0123】[第4の実施形態]第1乃至3の実施形態は、物体の位置及び姿勢を計測する位置姿勢センサであるところの磁気センサのキャリブレーションを行う例であったが、物体の姿勢のみを計測する姿勢センサのキャリブレーションにも適応可能である。本実施形態では、姿勢センサを用いたゲーム装置において、姿勢センサの出力値(すなわち、センサ座標系における姿勢センサの姿勢)を世界座標系におけるプレーヤの視点の姿勢に変換するためのキャリブレーションデータを求める方法について説明する。なお、本実施形態における装置構成は、センサが姿勢センサであること、位置姿勢計測部が姿勢計測部であることを除いては、第1の実施形態とほぼ同一である。

【0124】ここで、世界座標系におけるセンサ座標系

が成り立つ。

$$[0117]$$

$$[0118]$$

分)に分解すると、(式E)は以下になる。

$$[0119]$$

の姿勢を R_{TW} 、センサ座標系における姿勢センサの姿勢(姿勢センサの出力値)を R_{ST} 、姿勢センサから見たプレーヤの視点の相対的な姿勢を R_{VS} とする。なお、姿勢センサの多くは磁気センサにおける交流磁界発生源に相当するようなセンサ座標系を定義する明示的な機器を有していないが、センサ出力が原点を指している(すなわち $R_{ST} = I$ を出力している)際の世界座標系におけるセンサの姿勢が R_{TW} に相当していると考えると、実施形態1乃至3と同様な座標変換関係が成立する。すなわち、(式A)の関係は以下の式で表すことができる。

$$[0125]$$

$$R_{VW} = R_{VS} \cdot R_{ST} \cdot R_{TW} \quad (\text{式G})$$

これらの姿勢のうち、 R_{ST} が位置姿勢変換部5060Lへの入力、 R_{VW} が位置姿勢変換部5060Lからの出力であり、 R_{VS} 及び R_{TW} が、 R_{ST} を R_{VW} に変換するために必要なキャリブレーションデータに相当する。すなわち、位置姿勢変換部5060Lは、位置姿勢計測部5000からの入力 R_{ST} と、キャリブレーションデータ記憶部5080Lに記憶されている R_{VS} 及び R_{TW} を用いて、(式G)に基づいて R_{VW} を算出する。位置姿勢変換部5060Lはさらに、算出された世界座標系におけるプレーヤの視点の姿勢 R_{VW} と、他の手段によって与えられる世界座標系におけるプレーヤの視点の位置 T_{VW} (例えば超音波センサや光学センサといった位置センサの計測値を用いてもよいし、視点の位置が移動しない場合や移動量が無視できる場合には予め設定した固定値を用いてもよいし、位置情報を取得する他のいずれの手段を用いてもよい)に基づいて、世界座標系におけるプレーヤの視点の位置姿勢 M_{VW} を算出し、これを画像生成部5050Lへと出力する。

【0126】なお本実施形態では、世界座標系におけるセンサ座標系の姿勢 R_{TW} のうち、x軸まわりの回転成分 R_{XTW} およびz軸まわりの回転成分 R_{ZTW} は単位行列であるとし(すなわち $R_{TW} = R_{YTW}$)、y軸まわり(すなわち方位方向)の回転成分 R_{YTW} のみが未知であると仮定する。多くの姿勢センサは地球の重力方向を計測することにより、方位方向(y軸周り、ヨー方向)以外は現実空間の座標系の値を出力可能であることから、世界座標系を地表面と水平に定義することによ

り、世界座標系とセンサ座標系の y 軸が一致するので、 R_{xTW} および R_{zTW} は単位行列とすることができ

【0127】又、本実施形態では、姿勢センサから見たプレーヤの視点の相対的な姿勢 R_{VS} のうち、その逆行列 R_{SV} （これは、プレーヤの視点から見た姿勢センサの相対的な姿勢を表わす）の y 軸まわりの回転成分 R_{ySV} が何らかの方法によって既知であるとし、 x 軸まわりの回転成分 R_{xSV} および z 軸まわりの回転成分 R_{zSV} が未知であると仮定する。 R_{ySV} の導出は分度器等の計測値を手掛りに試行錯誤的に行ってもよいし、他

$$R_{y^0vw} = (R_{zsv} R_{xsv} R_{ySV})^{-1} R_{ST} R_{yTW} \quad (\text{式H})$$

これを変形すると、(式H)は以下になる。

$$【0131】 R_{zsv} R_{xsv} R_{ySV} R_{y^0vw} = R_{z^0ST} R_{x^0ST} R_{y^0ST} R_{yTW}$$

ここで、左辺、右辺のそれぞれが z 、 x 、 y 軸周りの回転成分の積となっているので、 z 、 x 、 y 軸周りの回転成分毎に恒等式が成立する。まず、 z 、 x 軸周りの回転成分の恒等式は以下の通りとなる。

$$【0132】 R_{zsv} = R_{z^0ST}$$

$$R_{xsv} = R_{x^0ST}$$

これより、 R_{zsv} および R_{xsv} を求めることができる。

【0133】一方、 y 軸周りの回転成分の恒等式は以下の通りとなる。

$$【0134】 R_{ySV} R_{y^0vw} = R_{y^0ST} R_{yTW}$$

これより、

$$R_{yTW} = R_{ySV} R_{y^0vw} R_{y^0ST}^{-1}$$

となり、 R_{yTW} を求めることができる。

【0135】本実施形態におけるキャリブレーションデータ算出部5040Lは、上記の処理によってキャリブレーションデータ R_{zsv} 、 R_{xsv} および R_{yTW} の算出を行い、これらの値からさらに、 $R_{VS} (= (R_{zsv} R_{xsv} R_{ySV})^{-1})$ および $R_{TW} (= R_{yTW})$ を算出して、これをキャリブレーションデータ記憶部5080Lへと出力する。

【0136】なお、本実施形態におけるメモリ5045Lは、上記のキャリブレーションデータ算出のために必要な予め定めた視点の姿勢 R^0_{vw} の他に、仮想マーカ画像生成部5075Lがマーカの仮想映像を生成するために必要な予め定めた視点の位置 T^0_{vw} も保持している。

【0137】＜変形例1＞上記実施形態は光学式HMDを用いたものであったが、光学式HMDの適用に限定されるものではなく、ビデオスルー方式のHMDにも適用可能である。

【0138】その場合、上述の実施形態ではプレーヤの視点1901であった計測対象が、ビデオスルー方式のHMDに備わっている撮像装置（例えばビデオカメ

のいずれの計測手段を用いて行ってもよい。

【0128】これら既知のデータである R_{xTW} 、 R_{zTW} および R_{ySV} は、キャリブレーションデータ記憶部5080Lに予め記憶されている。

【0129】キャリブレーションは、HMD210Lを装着したプレーヤの視点1901の姿勢 R_{vw} をある予め定めた姿勢 $R^0_{vw} (= R_{y^0vw})$ に移動させて、その時点でのセンサ出力 R^0_{ST} を取得することで行われる。このとき、(式G)より、以下の関係が成立する。

【0130】

ラ)の視点となる。予め定めた位置姿勢 M^0_{vw} は撮像装置の視点の位置姿勢であり、変換行列 M_{VS} は磁気センサ220Lから見た撮影部の位置姿勢を示す変換行列となる。

【0139】本実施形態では、仮想マーカ映像生成部5075Lは、予め定めた位置姿勢 M^0_{vw} に従って、撮像装置が撮影した現実空間の映像（マーカ画像）にマーカの仮想映像を重畳描画し、これを表示部へと表示する。マーカ1600はマーカ画像においてテンプル1000と判別可能な状態にする必要がある。操作者は、表示部に表示された映像上において、マーカの現実の映像と仮想の映像が重なるように、撮像部の位置姿勢を操作する。なお、ビデオスルー方式の場合には、光学式HMDの場合とは異なり、キャリブレーション時に用いる表示部は、ゲーム装置におけるHMD210Lを必ずしも用いなくても良く、CRTディスプレイやその他の表示機器を用いても良い。

【0140】＜変形例2＞ゲーム装置の方式が光学式HMDの場合においても、HMD210Lにプレーヤの視点からみた相対的な位置姿勢が既知な撮像装置が装着されている場合には、キャリブレーションを変形例1と同様にビデオスルー方式で行うことも可能である。

【0141】本実施形態では、仮想マーカ映像生成部5075Lは、予め定めたプレーヤ視点の位置姿勢 M^0_{vw} とプレーヤの視点からみた撮像装置の相対的な位置姿勢によって定められる世界座標系における撮像装置の位置姿勢に従って、撮像装置が撮影した現実空間の映像（マーカ画像）にマーカの仮想映像を重畳描画し、これを表示部へと表示する。なお、表示部としてHMD210Lを用いる場合には、表示面の透過率を調整し遮蔽状態にすることが好ましい。

【0142】＜変形例3＞上記実施形態は、位置合わせの手掛りとして点の情報であるマーカ1600を用いたが、視点の位置姿勢を予め定めた位置姿勢 M^0_{vw} に位置させるための視覚的なキューとなる幾何情報であれば、いずれの幾何情報を用いてもよい。例えば机などの現実物体の形状を環境から取り込み、予め定めた位置姿

勢 M^0_{vw} に従ってそのワイヤーフレームモデルを描画してもよい。この場合、現実の機の像とそこに重畳したワイヤーフレーム映像が一致するように視点を移動させることで、視点を位置姿勢 M^0_{vw} に誘導することが可能となる。また、キャリブレーション後に表示される仮想物体（例えば、実施形態1における仮想のバック）を予め定めた位置姿勢 M^0_{vw} に従って描画することでも、現実の機の像の上のあるべき位置に仮想のバックが位置するように視点を移動させることで、視点を位置姿勢 M^0_{vw} に誘導することができる。なお、これらのいずれかを組み合わせることが可能であることは言うまでもない。

【0143】＜変形例4＞上記実施形態では視点を位置姿勢 M^0_{vw} に位置させることを補助する目的でキャリブレーショングリッド6000を用いたが、キャリブレーショングリッドは必ずしも必要ではなく、視覚情報のみを手掛りにしてもよい。また、視覚情報を用いずに、キャリブレーショングリッド6000上の既定の位置に既定の姿勢でHMD210Lを位置させることで、視点を位置姿勢 M^0_{vw} に位置させてもよいし、視点を予め定めた位置姿勢（あるいは姿勢）に導くものであれば、それ以外のいずれの方法を用いてもよい。

【0144】＜変形例5＞上記実施形態は、エアーホッケーゲームに適用したものであったが、言うまでもなく上述の実施形態はエアーホッケーゲーム以外の複合現実感を提示するシステムに適用可能である。また、2人の協調作業にのみ好適であることはない。1人あるいは3人以上の作業（あるいはプレーヤ）に複合現実感を提示するシステムにも適用可能である。また、複合現実感を提示するシステムに限らず、磁気センサを用いて撮像装置の視点の位置姿勢を計測するいずれの用途に用いることも可能である。また、変形例2で述べたプレーヤ視点の位置姿勢計測に限らず、撮像装置の視点との相対的な位置姿勢が既知であるようないずれの計測対象の位置姿勢を計測する用途に用いることも可能である。

【0145】＜変形例6＞上記実施形態では、磁気センサとして交流磁界を利用した磁気センサを使用しているが、このセンサの適用に限られるものではない。ジャイロセンサや超音波センサなど、計測対象の位置姿勢または姿勢を検出できるセンサであればいずれのセンサに対しても適用可能である。

【0146】〔他の実施形態〕本発明の目的は、前述した実施形態の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードを記録した記憶媒体（または記録媒体）を、システムあるいは装置に供給し、そのシステムあるいは装置のコンピュータ（またはCPUやMPU）が記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出し実行することによっても、達成されることは言うまでもない。この場合、記憶媒体から読み出されたプログラムコード自体が前述した実施形態の機能を実現することになり、そのプログラム

コードを記憶した記憶媒体は本発明を構成することになる。また、コンピュータが読み出したプログラムコードを実行することにより、前述した実施形態の機能が実現されるだけでなく、そのプログラムコードの指示に基づき、コンピュータ上で稼働しているオペレーティングシステム(OS)などが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。

【0147】さらに、記憶媒体から読み出されたプログラムコードが、コンピュータに挿入された機能拡張カードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに書込まれた後、そのプログラムコードの指示に基づき、その機能拡張カードや機能拡張ユニットに備わるCPUなどが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。

【0148】本発明を上記記憶媒体に適用する場合、その記憶媒体には先に説明した（図6及び／又は、図9及び／又は、図10及び／又は、図11及び／又は、図15及び／又は、図17に示す）フローチャートに対応するプログラムコードが格納されることになる。

【0149】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、センサ座標系を世界座標系に変換するための情報や、センサの位置姿勢を計測対象の位置姿勢に変換するための情報を取得することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に用いられているシステムのゲーム装置部分を側面から見た図である。

【図2】左側プレーヤ2000が自身のHMD210Lからみた映像を示す図である。

【図3】HMD210の構成を示す図である。

【図4】キャリブレーションを行う場合の概要を説明する図である。

【図5】本発明の第1の実施形態のキャリブレーション部5055Lの詳細な構成を示した図である。

【図6】本発明の第1の実施形態のキャリブレーション装置の処理のフローチャートである。

【図7A】ステップS1040で表示部210Lに表示された画像を示す図である。

【図7B】表示部210Lを光学的に透過してプレーヤに観測される像を示す図である。

【図7C】ステップS1070でマーカの仮想映像と実物のマーカの像の位置をHMD210Lの（すなわち視点1901の）平行移動または回転によりの確に重ね合わせる際の状態を示す図である。

【図8】第1図で示したゲーム装置においてキャリブレーションにより求めたキャリブレーションデータを利用して3次元画像の生成提示システムの構成を示した図である。

【図9】マレット位置を計測する制御手順を示すフローチャートである。

【図10】マレット位置を計測する制御手順を示すフローチャートである。

【図11】マレット位置を計測する制御手順を示すフローチャートである。

【図12】固定位置にあるCCDカメラ230が取得した画像を2つの分割した場合を説明する図である。

【図13】探索領域を示す図である。

【図14】本発明の第1の実施形態のエアホッケーゲームのゲームフィールドを示す図である。

【図15】ゲーム状態管理部5030における処理手順を説明するフローチャートである。

【図16】WidthおよびHeightの定義を説明する図である。

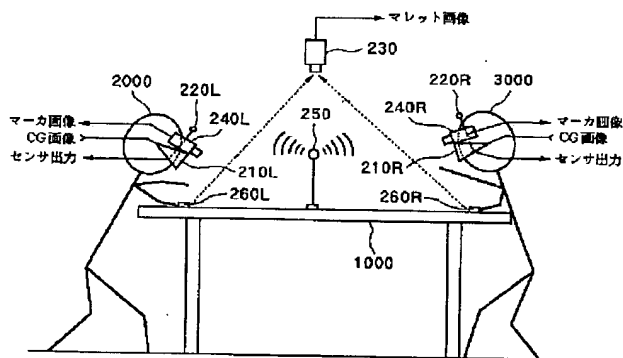
【図17】位置姿勢変換部5060(5060L、5060R)及び画像生成部5050(5050L、5050R)における処理のフローチャートである。

【図18】磁気センサによる磁気センサの位置姿勢の測定方法について説明する概念図である。

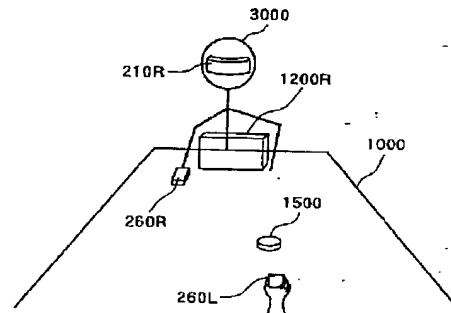
【図19】位置姿勢変換部5060Lにおいて、世界座標系8000におけるプレーヤ2000の視点1901の位置姿勢 M_{vw} を求める方法を説明する図である。

【図20】本発明の第1の実施形態のゲーム装置のキャリブレーションを行う際の装置構成を示す図である。

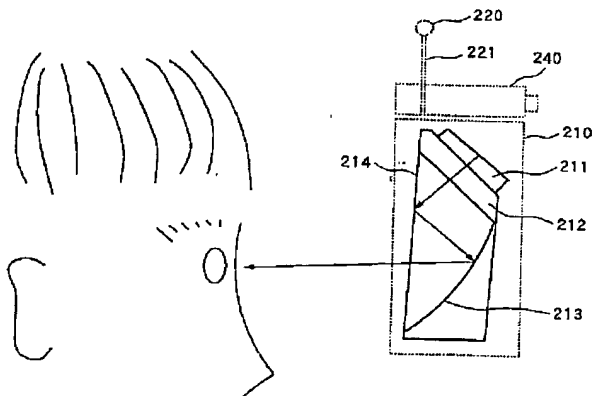
【図1】



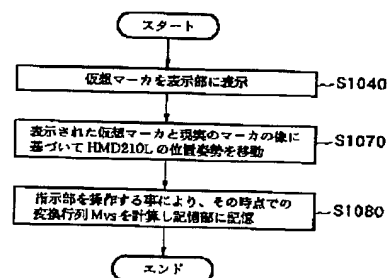
【図2】



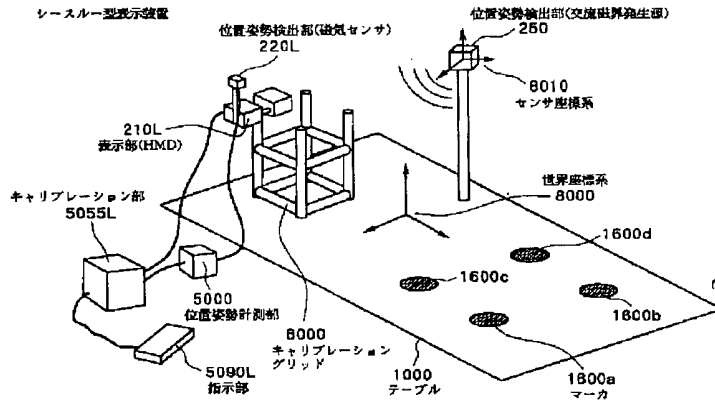
【図3】



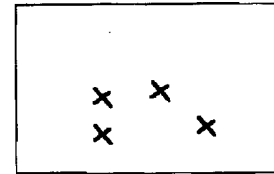
【図6】



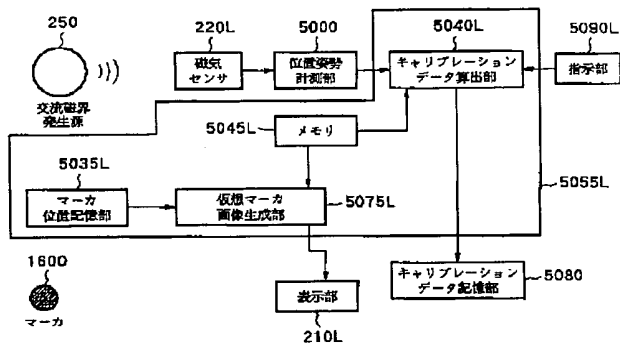
【図4】



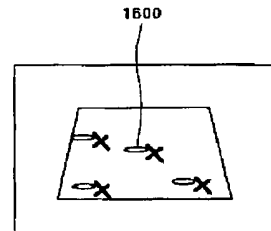
【図7 A】



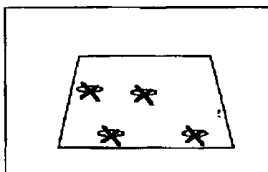
【図5】



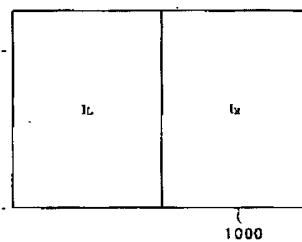
【図7 B】



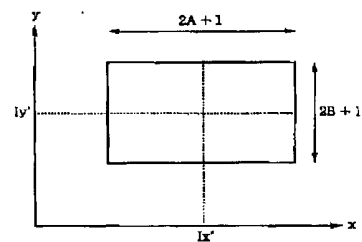
【図7C】



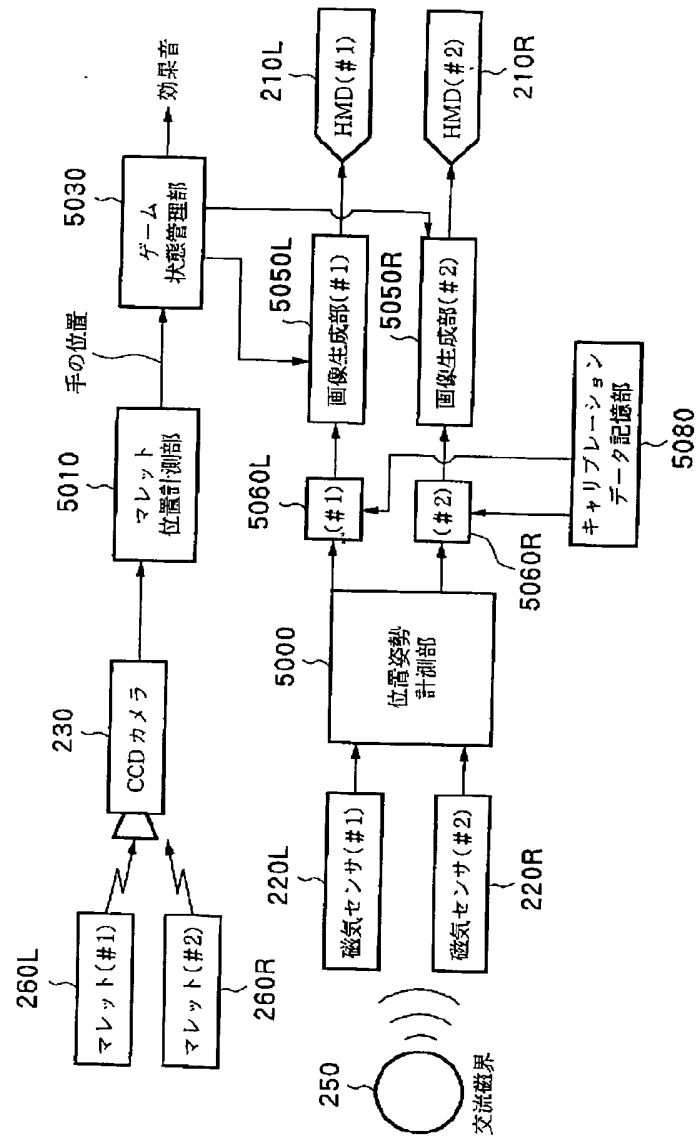
【图 12】



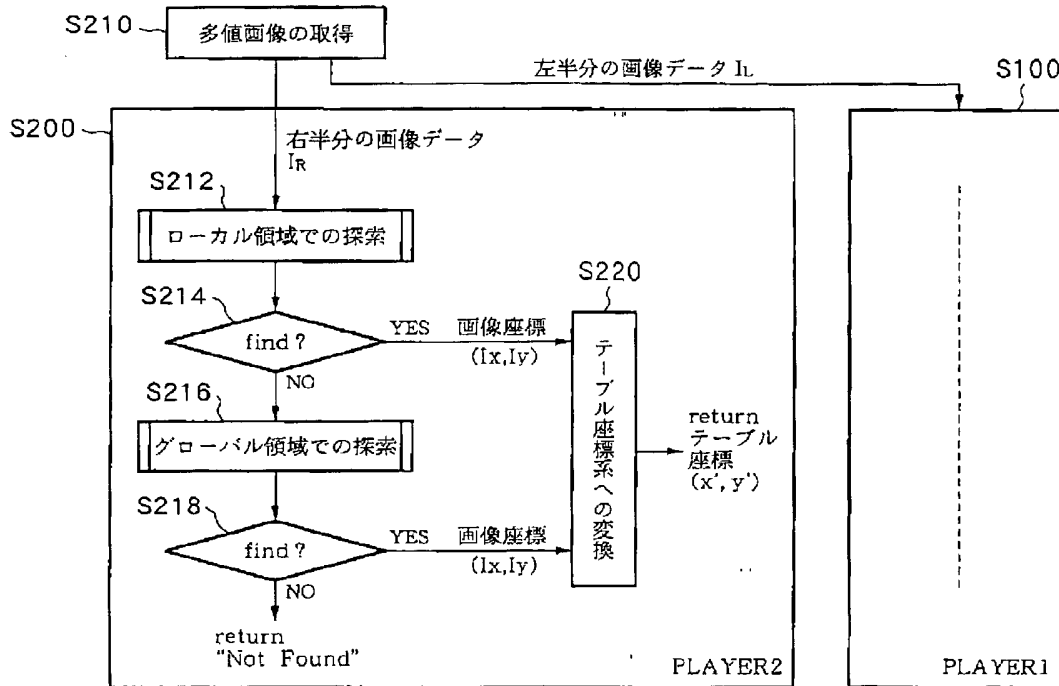
【图 13】



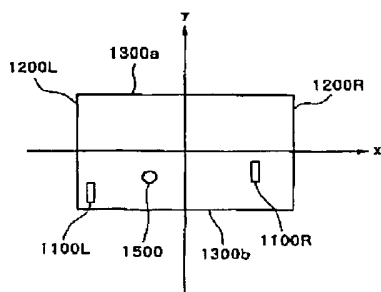
【図8】



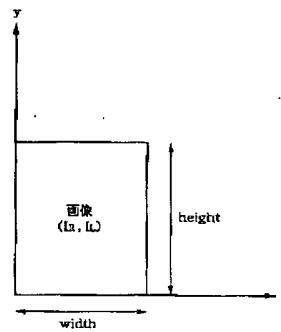
【図9】



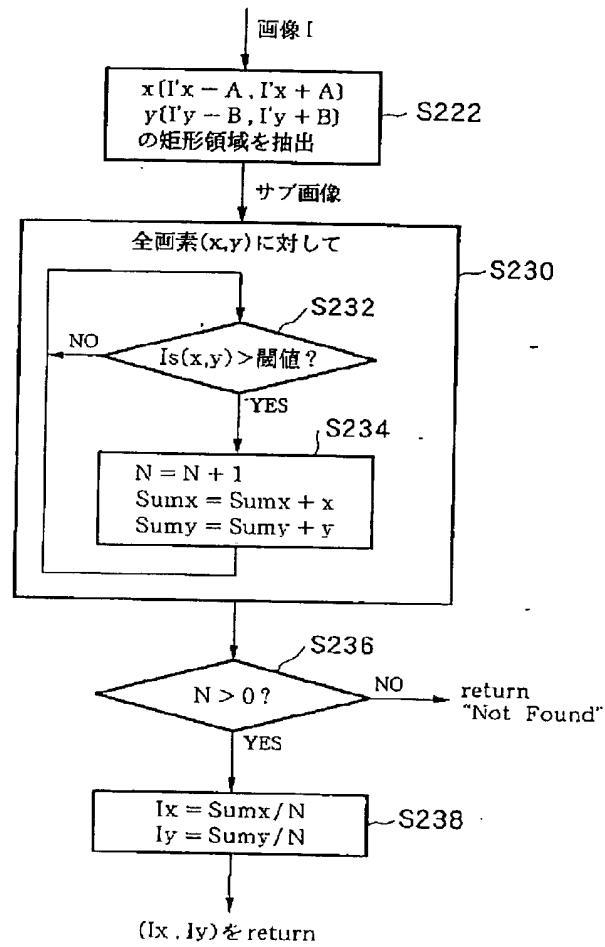
【図14】



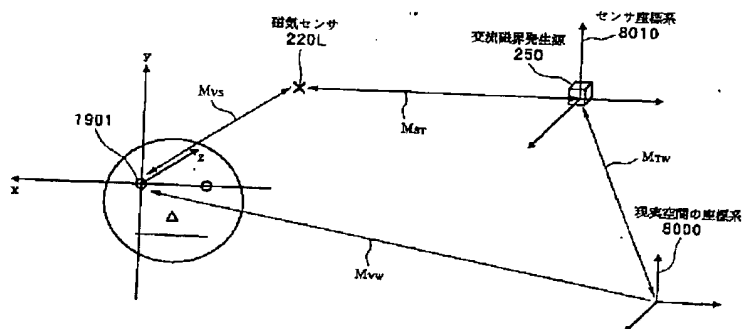
【図16】



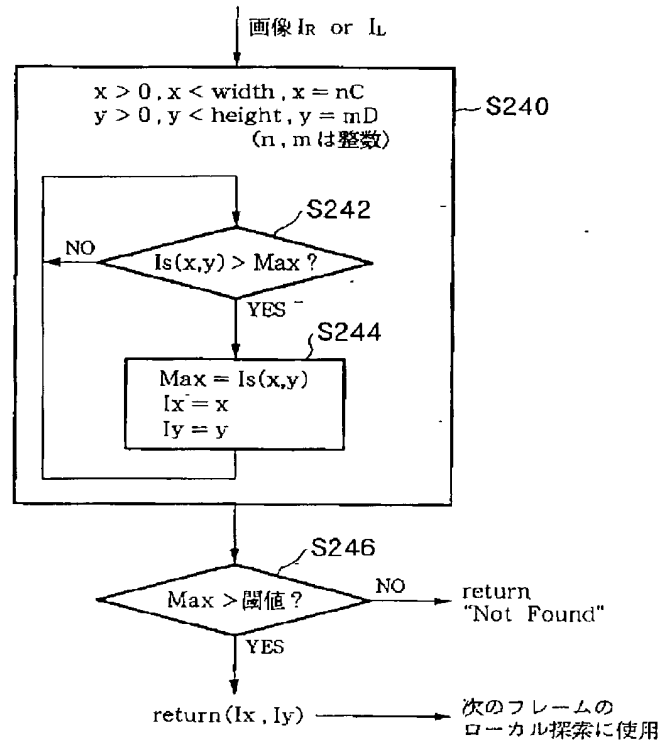
【図10】



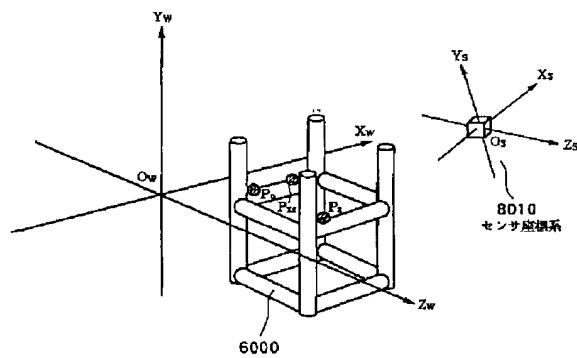
【図19】



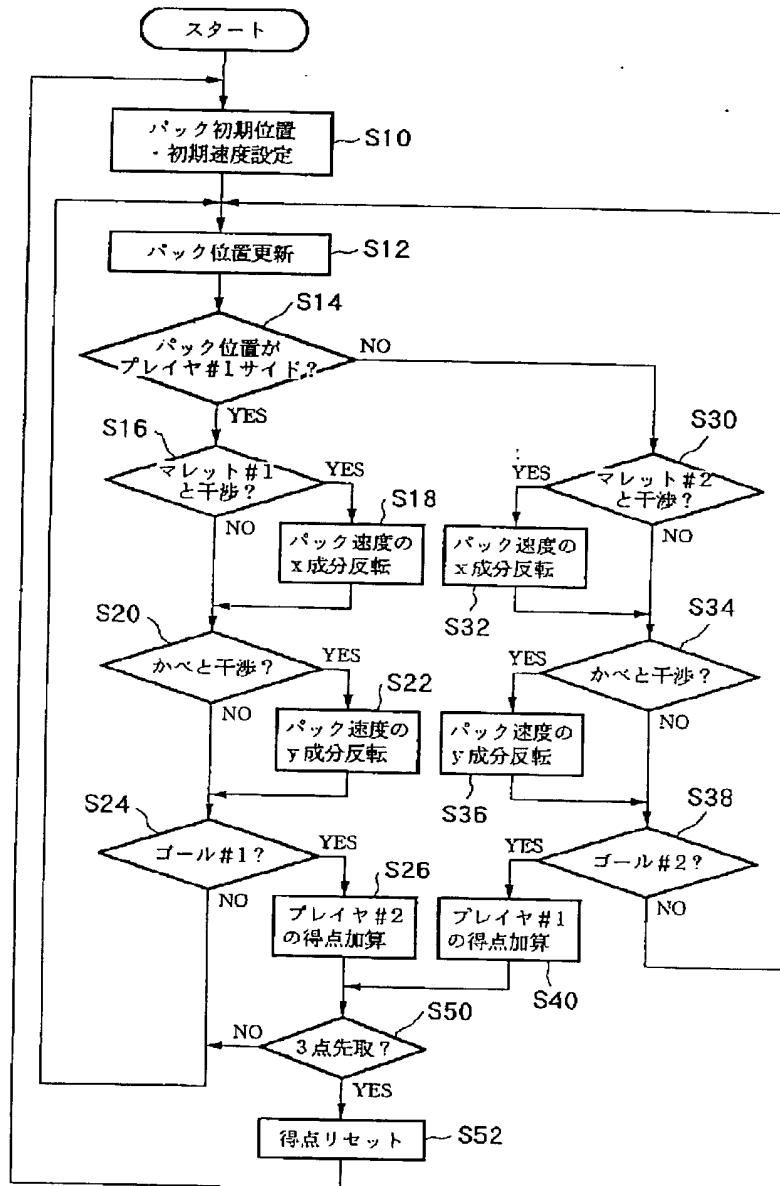
【図11】



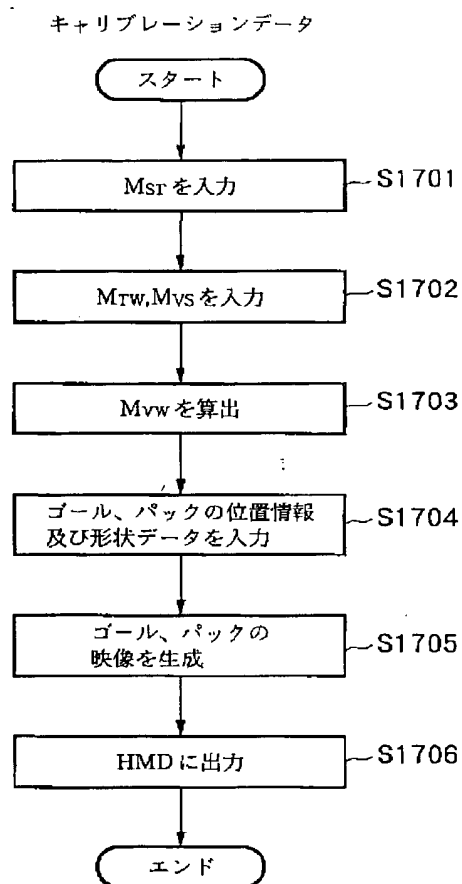
【図18】



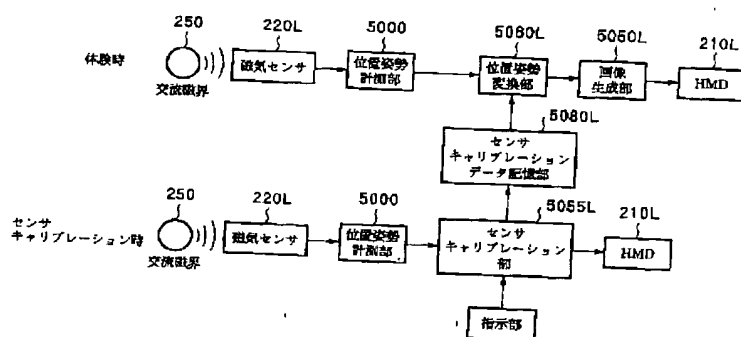
【図15】



【図17】



【図20】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

FI

キーワード(参考)

G 0 1 B 11/00

G 0 1 B 11/00

H 5 L 0 9 6

G 0 6 T 7/60

G 0 6 T 7/60

1 5 0 B

17/40

17/40

E

// G 0 6 F 3/00

6 8 0

G 0 6 F 3/00

6 8 0 C

(72)発明者 大島 登志一

横浜市西区花咲町6丁目145番地 横浜花
咲ビル 株式会社エム・アール・システム
研究所内

(72)発明者 穴吹 まほろ

横浜市西区花咲町6丁目145番地 横浜花
咲ビル 株式会社エム・アール・システム
研究所内

(72)発明者 内山 晋二

横浜市西区花咲町6丁目145番地 横浜花
咲ビル 株式会社エム・アール・システム
研究所内

Fターム(参考) 2C001 AA00 AA03 AA16 BA00 BA02
BA05 BB00 BB02 BC00 BC01
BC02 BC03 CB01 CC00 CC01
CC03 CC06 CC08
2F063 AA04 AA37 BD15 BD20 CB19
DA01 DA05 DD02 GA52 LA21
LA29 LA30 MA10
2F065 AA03 BB15 BB29 CC00 FF04
FF61 GG09 JJ03 JJ07 JJ26
PP01 QQ00 QQ23 QQ29 SS01
SS13
5B050 AA10 BA11 CA07 DA02 EA11
EA13 EA19 FA02
5B087 AA02 AE00 BC05 BC12 BC13
BC26 DE00 DH02 DJ03
5L096 AA06 EA14 EA26 FA69

